

LED-Matrix-Anzeige für einfarbige und mehrfarbige Leuchtdioden Teil 1

Die hier vorgestellte intelligente Matrix-Anzeige im Modul-Konzept erlaubt eine Vielzahl von Varianten der Display-Gestaltung und ist mit einem eigenständigen Steuerprozessor und integriertem Flash-Speicher sehr flexibel einzusetzen.

Allgemeines

Für viele Anwendungen, wie z. B. im Werbebereich, oder wenn Informationen bereits aus großer Entfernung gut erkennbar sein müssen, sind alphanumerische Anzeigen mit großen Zeichen wünschenswert. Die erforderliche Zeichengröße liegt dabei meistens über der normaler Display-Bausteine. Eine weitere, häufige Anforderung sind lichtstarke Anzeigen, die bei großer Umgebungshelligkeit oder im Aussehbereich gut erkennbar sind.

Während komplette Anzeige-Elemente, die diese Kriterien erfüllen, kaum zur Verfügung stehen oder extrem teuer sind, ist das verfügbare Spektrum an unterschiedlichen Leuchtdioden sehr groß. Neben einfarbigen LEDs in den Farben rot, grün, orange, gelb, blau und weiß, stehen im 5mm-Standardgehäuse auch mehrfarbige LEDs zur Verfügung. Üblicherweise sind dabei jeweils eine rote und eine grüne LED in einem Gehäuse aus defusem, weißem Kunststoff integriert, so dass sich damit die Farben Rot, Grün und Orange darstellen lassen.

Bei einfarbigen Anzeigen ist der Einsatz von lichtstarken Typen mit bis zu 3 cd Lichtstärke besonders interessant. Im Vergleich zur Standard-LED mit ca. 0,2 cd Lichtstärke sind diese Systeme auch bei Tageslicht gut abzulesen. Übrigens werden derartige Leuchtdioden auch häufig in Kfz-Zusatz-Bremsleuchten verwendet.

Die von ELV entwickelte intelligente Matrix-Anzeige unterstützt sowohl einfarbige als auch mehrfarbige Leuchtdioden bei unterschiedlicher Anzeigenlänge. Durch Variation der Bestückung ist auch eine eigenfarbige Gestaltung des Displays möglich.

Ausgestattet mit einem zentralen Steuer-Prozessor und Flash-Speicher kann das System vollkommen autark arbeiten, da auch nach einem Spannungsausfall sämtliche Daten noch vorhanden sind.

Die darzustellenden Textinformationen werden von einem PC über eine serielle Schnittstelle (RS 232) geladen und im Flash-RAM des Steuerprozessors abgelegt.

Nach dem Laden der Daten können bis zu neun unterschiedliche Textinformationen per Taster aufgerufen und angezeigt werden.

Verschiedene Darstellungsmodi erlauben dabei sowohl das „Durchschieben“ des Textes von rechts nach links (Lauf-schrift), eine kontinuierliche Darstellung sowie das Blinken von einzelnen Informationen. Des Weiteren sind bei einfarbigen Anzeigen Helligkeitsabstufungen möglich.

Das Modulkonzept

Wie bereits zuvor erwähnt, besteht das Display aus einem modularen System, d. h., die einzelnen Anzeigematrizen sind beliebig kaskadierbar. Jede Punktmatrix weist dabei die gleiche Größe auf und besteht aus 24 x 8 Einzel-Leuchtdioden. Bei der mehrfarbigen Variante (rot, grün, orange) sind dabei natürlich doppelt so viele LEDs in der gleichen Anzahl an Gehäusen integriert. Die Höhe der einzelnen Display-Elemente mit 192 LEDs beträgt 69 mm und die Breite 183 mm.

Mit Hilfe von Buchsen- und Stiftleisten wird jede Anzeigeplatine auf eine eigene Treiberplatine mit exakt der gleichen Länge gesteckt.

Über seitliche Steckverbindungen sind die Treiber-Platinen dann lückenlos kaskadierbar, so dass nahezu beliebig lange Matrixanzeigen realisierbar sind.

Die Begrenzung der Spaltenzahl wird durch den Datenspeicher des zentralen Steuerprozessors bestimmt und liegt bei dem verwendeten Typ bei 16 Display-Elementen. Dies ist jedoch eher ein theoretischer Wert, der in der Praxis wohl nicht erreicht wird, da dann bereits mehr als 3000 Leuchtdioden zu verarbeiten und mit Strom zu versorgen wären.

Bei den beiden unterschiedlichen Typen an Anzeigeplatinen (einfarbige LEDs, mehrfarbige LEDs) sind auch zwei unterschiedliche Treiberplatinen erforderlich, da bei der gleichen Größe der Matrixanzeige entweder 192 oder 384 Leuchtdioden anzusteuern sind.

Jede Treiberplatine enthält sämtliche, mit Transistoren aufgebauten, LED-Treiber sowie für jeweils einen Block aus 8 x 8 Matrixpunkten einen eigenen Mikrocontroller, der über ein Bus-System mit dem Steuerprozessor kommuniziert. Die Ansteuerung der Leuchtdioden erfolgt somit im 8fach-Multiplexbetrieb.

Entsprechend der Anzahl der anzusteuern Leuchtdioden sind die Treiberplatinen für einfarbige LEDs mit drei Mikrocontrollern und Treiberplatinen für mehrfarbige LEDs mit sechs Mikrocontrollern ausgestattet.

Bezüglich der Kaskadierung ist unser Modulkonzept sehr flexibel, da auch ein gemischter Einsatz von einfarbigen und mehrfarbigen Anzeigemodulen in einer Matrixanzeige möglich ist. Das System erkennt dabei automatisch den Modultyp. Bei einfarbigen Anzeigemodulen ist die Helligkeit für jede einzelne Leuchtdiode in zwei Stufen veränderbar.

Das gesamte System ist für eine Betriebsspannung von 9 V bis 25 V DC ausgelegt, wobei zur Verringerung der Verlustleistung jede Treiberplatine mit einem

eigenen Schaltregler ausgestattet ist. Da jede LED im Mittel mit einem Strom von ca. 10 mA gespeist werden muß, ist am Schaltreglerausgang eines einfarbigen Moduls ca. 2 A und am Schaltreglerausgang eines Moduls mit DUO-LEDs ca. 4 A erforderlich.

Trotz der unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten und dem flexiblen Einsatz der verschiedenen Module ist keine Konfigurierung des Systems erforderlich, da sowohl die Länge der Matrixanzeige als auch die verwendeten Modultypen automatisch erkannt werden.

Der Steuerprozessor

Der Steuerprozessor ist das zentrale Bauelement der intelligenten LED-Matrixanzeige und sorgt dafür, dass das System eigenständig (ohne den Anschluss an einen PC) arbeiten kann. Im integrierten Flash-Speicher sind dabei, abhängig von der Länge, bis zu neun unterschiedliche Texte speicherbar. Der verwendete Prozessortyp von ATMEL ist mit 8K-Programmspeicher und 512 Byte-RAM ausgestattet und kann somit auch den Zeichengenerator aufnehmen.

Das Programm des Steuerprozessors unterstützt mehrere unterschiedliche Anzeigemodi, wie Lauf-schrift (von rechts nach links), blinkende Anzeige, zwei verschiedene Helligkeiten (für jede LED einzeln) und die dreifarbige Darstellung mit DUO-LEDs.

Während der Steuerprozessor über ein eigenes Bus-System mit den Prozessoren der Treiberplatinen kommuniziert, dient ein serielles RS232-Interface zum Anschluss am PC. Neben der eigenständigen Darstellung der gespeicherten Textinformationen (Auswahl per Taster) kann die Anzeige auch vom PC aus gesteuert wer-

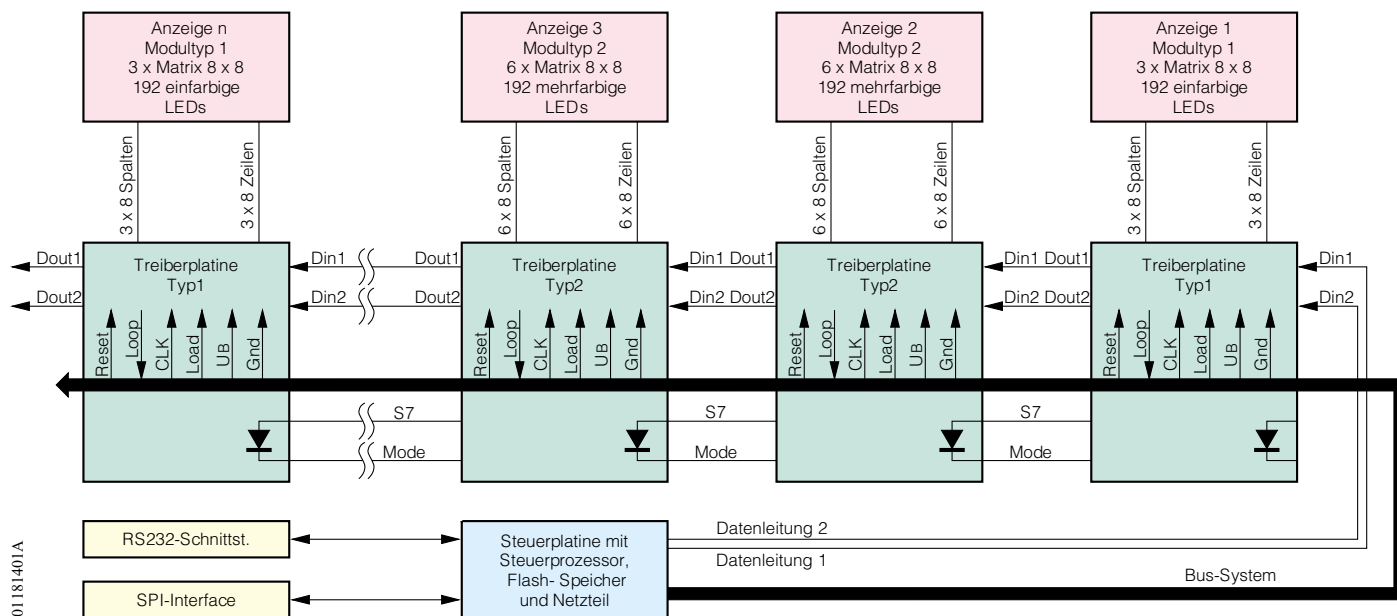


Bild 1: Blockschaltbild des alphanumerischen Anzeigesystems mit Leuchtdioden

den. Ein weiterer Vorteil dieses Prozessor-typs ist in der Fertigung die Programmierung der Firmware über das SPI-Interface in der Schaltung.

Das Blockschaltbild

Einen ersten Überblick über die Funktionsweise unserer LED-Matrix-Anzeige verschafft das Blockschaltbild in Abbildung 1. Hierbei handelt es sich um ein Anwendungsbeispiel mit zwei einfarbigen Matrix-Modulen und zwei mehrfarbigen LED-Matrix-Bausteinen, d. h. insgesamt sind 8 Zeilen und 96 Spalten darzustellen. Wenn man bedenkt, dass die beiden mehrfarbigen Module (in der Mitte) bei der gleichen Anzahl an Gehäusen doppelt so viele Leuchtdioden enthalten, muss die Steuerelektronik in der Lage sein, 144 Spalten anzusteuern. Bei den mittleren, mehrfarbigen Anzeigenplatinen (Anzeige 2, Anzeige 3) sind daher jeweils 384 Leuchtdioden anzusteuern.

Zwei unterschiedliche Typen an LED-Matrix-Modulen erfordern auch unterschiedliche Treiberplatinen, die dann entweder 3 x 8 Spalten und Zeilen oder 6 x 8 Spalten und Zeilen treiben.

Für eine an die individuelle Anforderung angepasste Stromversorgung ist jede Treiberplatine mit einem eigenen Schalt-netzteil ausgestattet.

Unabhängig von der Anzeigenlänge ist keine Konfigurierung des Systems erforderlich, da die Anzahl und Art der verwendeten Anzeigemodule automatisch erkannt werden. Mit Hilfe einer jeweils an der Spaltenleitung 7 angeschlossenen Diode überprüft jede Treiberplatine, ob eine nachfolgende Platine vorhanden ist.

Der im unteren Bereich des Blockschaltbildes eingezeichnete Steuerprozessor mit integriertem Flash-Speicher übernimmt die Steuerung des gesamten Display-Systems.

Über zwei Datenleitungen werden dabei die darzustellenden Informationen zu den Eingängen der ersten Treiberplatine geführt. Über die einzelnen für die Matrix-Anzeigen zuständigen Mikrocontroller auf der ersten Treiberplatine werden die Informationen dann bis zum jeweiligen Ausgang geschoben und gelangen von hieraus auf die Eingänge der nächsten Treiberplatine.

Die letzte Treiberplatine im System konfiguriert sich automatisch so, dass die Daten der Datenleitung 1 auf die Loop-Leitung zurückgegeben werden. Das System

kann damit dann die Länge des Displays automatisch feststellen.

Mit Hilfe der beiden Datenbits (Din 1, Din 2) sind bei mehrfarbigen Anzeigen für jede einzelne Leuchtdiode die Farben Rot, Grün und Orange sowie der Aus-Zustand realisierbar.

Bei einfarbigen Display-Modulen sind mit Hilfe der beiden Datenbits dann die volle Helligkeit, eine Helligkeitsabstufung und ebenfalls der Aus-Zustand bei jeder einzelnen Leuchtdiode möglich.

Über ein Bus-System werden vom Steuerprozessor die Signale Load, Reset, Clock und Loop zu jeder Treiberplatine geführt. Grundsätzlich meldet der letzte Prozessor im System über die Loop-Leitung die Länge des Display zurück. Des Weiteren erhalten sämtliche Treiberplatinen die Betriebsspannung über durchgeschleifte Steckverbindungen.

Neben den einzelnen Mikroprozessoren, die jeweils eine 8x8-Matrix bedienen, sind auf den Treiberplatinen die Leistungsstufen zur Steuerung der Leuchtdioden vorhanden. Über die zugehörigen Zeilen- und Spaltenleitungen sind die Treiberausgänge direkt mit der jeweiligen LED-Matrix (Leuchtdioden) verbunden.

Die darzustellenden Schriftinformationen werden über die serielle Schnittstelle vom PC geladen und im Flash-Speicher des Steuerprozessors abgelegt. Unterschiedliche darzustellende Informationen sind danach über Taster abzurufen. Zur einfachen In-Circuit-Programmierung ist der Steuerprozessor mit einem SPI-Interface ausgestattet.

Betrachten wir nun anhand eines weiteren Blockschaltbildes (Abbildung 2) den Aufbau der Treiberplatinen, die je nach Typ mit drei oder sechs Mikrocontrollern zur Matrixanzeige ausgestattet sind. Mehrfarbige Systeme benötigen dabei 6 Prozessoren, die je eine 8x8-Matrix steuern, während bei einfarbigen Systemen dann 3 Slave-Prozessoren mit den zugehörigen Treibern entfallen. Jeder einzelne Prozessor übernimmt grundsätzlich die Ansteuerung von 8 Zeilen und 8 Spalten. Die Datenleitungen des Bussystems sind im linken Bereich des Blockschaltbildes zu sehen.

Grundsätzlich erhalten sämtliche Master- und Slave-Controller der Matrix-Anzeige den gleichen Systemtakt (Clock). Wie bereits zuvor beschrieben, meldet der letzte Slave-Controller im System die Länge der Matrix-Anzeigen, d. h. die Anzahl der zur Verfügung stehenden Spalten.

Das Reset-Signal dient zum definierten Zurücksetzen des Systems, wobei eine RC-Kombination (auf jeder Treiberplatine) für den Power-On-Reset im Einschalt-Moment zuständig ist. Zur Datenübernahme erhält jeder Mikrocontroller ein Load-Signal vom Steuerprozessor.

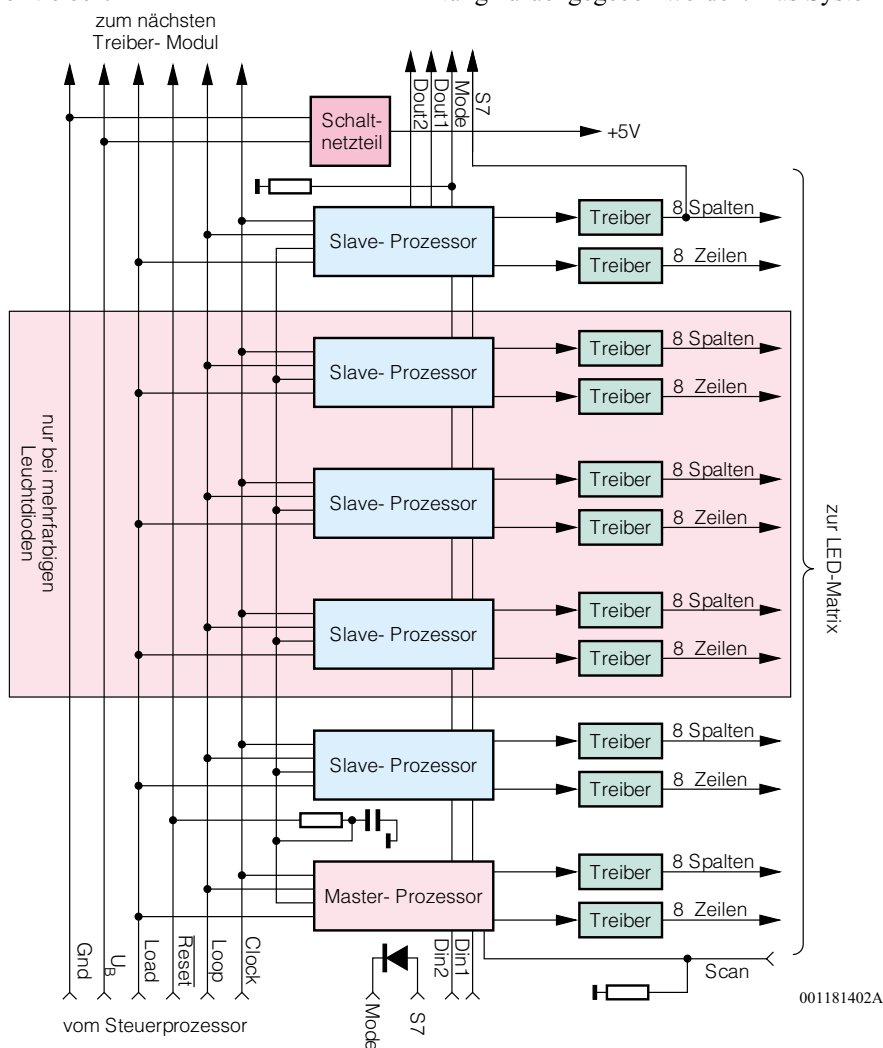
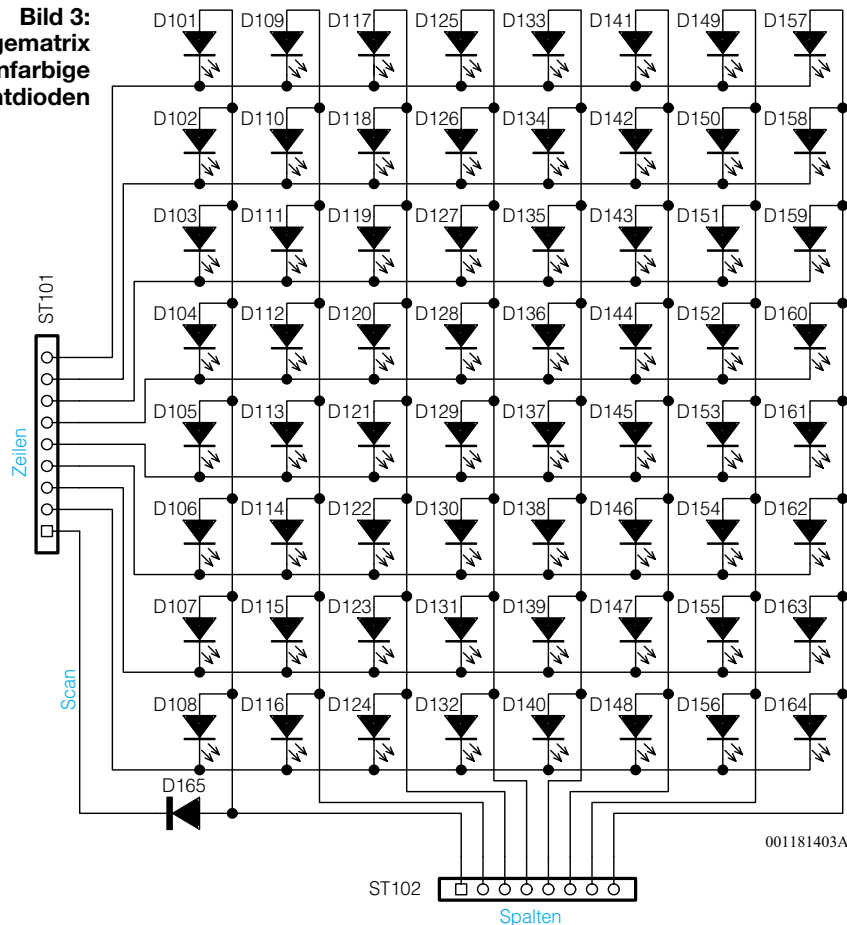


Bild 2: Aufbau der mit 3 oder 6 Mikrocontrollern ausgestatteten Treiberplatinen

Bild 3:
Anzeigematrix
für einfarbige
Leuchtdioden



Der letzte Slave-Prozessor der Treiberplatine überprüft über die Mode-Leitung, ob eine weitere Treiber-Platine folgt. Ist eine weitere Platine vorhanden, so ist zwischen der Spaltenleitung 7 und dem Mode-Eingang eine Diode (auf der nächsten Treiberplatine) geschaltet.

Zur Stromversorgung ist jede Treiberplatine mit einem eigenen Schaltnetzteil ausgestattet, um die Verlustleistung somit auf ein Minimum zu reduzieren. Das Schaltnetzteil liefert am Ausgang stabilisiert +5 V und versorgt neben den Leuchtdioden auch die Prozessoren, deren Stromaufnahme

me im Vergleich zu den LEDs jedoch nahezu vernachlässigbar ist. Nachdem das Gesamtkonzept unserer intelligenten Matrix-Anzeige soweit erläutert wurde, kommen wir anschließend zur detaillierten Schaltungsbeschreibung.

Schaltung der Anzeigematrizen

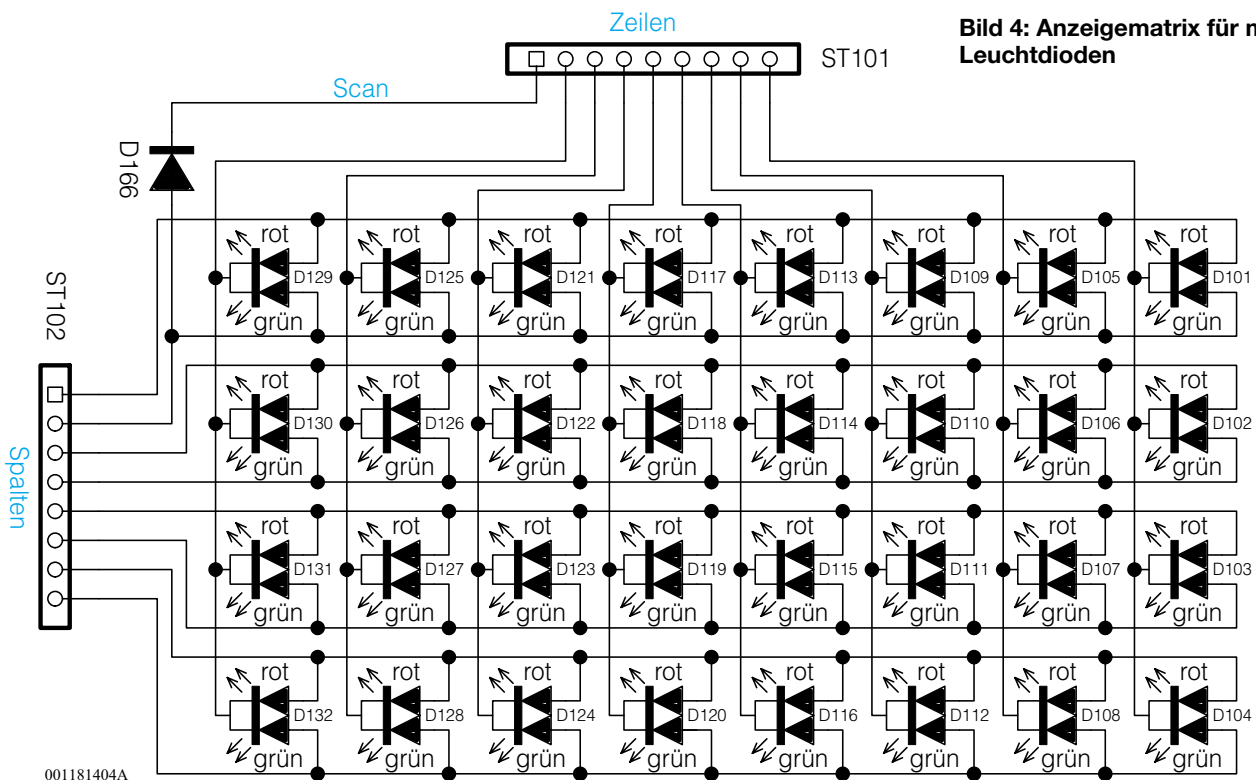
Die Anzeigen teilen sich in zwei Gruppen, wobei entweder einfarbige oder mehrfarbige Leuchtdioden in 5mm-Standard-Gehäuse zum Einsatz kommen. Grundsätzlich besteht jede Anzeige aus 192 Leuchtdioden und jede Matrix aus 8 x 8 Dioden. Einfarbige LEDs sind somit in drei und mehrfarbige LEDs in sechs identische Matrix-Blöcke aufgeteilt. Abbildung 3 zeigt dazu die Verschaltung eines einfarbigen LED-Blocks und in Abbildung 4 ist die grundsätzliche Anordnung von mehrfarbigen Leuchtdioden in der Matrix zu sehen.

Da grundsätzlich jede LED-Matrix aus 8x8-Leuchtdioden besteht, kann bei mehrfarbigen Leuchtdioden jeder Mikrocontroller der Treiberplatine nur vier Anzeigespalten bedienen. Demzufolge sind bei dieser Anzeigenvariante doppelt so viele Prozessoren wie bei einfarbigen LEDs erforderlich.

Ob eine einfarbige oder mehrfarbige Matrix vorhanden ist, erkennt das System mit Hilfe der Dioden D 165 und D 166, die jeweils nur bei dem ersten (rechten) Matrixblock vorhanden ist.

Bei der Bauteilnummerierung zeigt die erste Ziffer der Bauteilnummer den Matrix-Block an. So hat z. B. D 201 die gleiche

Bild 4: Anzeigematrix für mehrfarbige Leuchtdioden



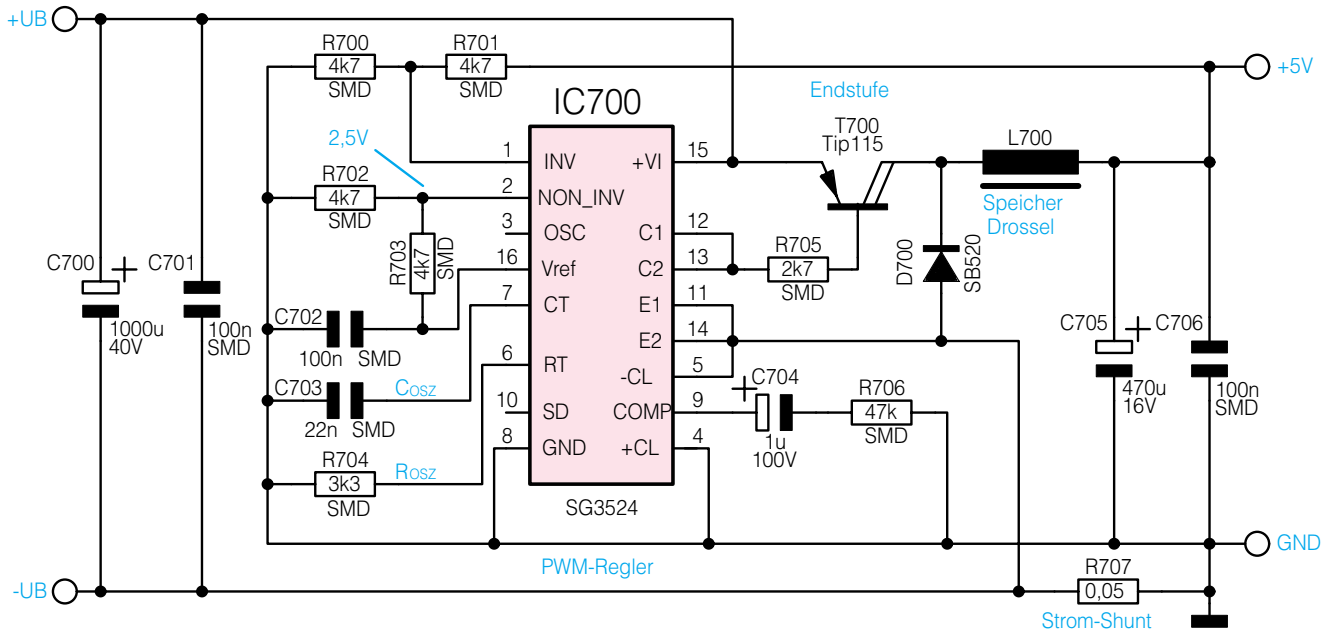


Bild 5: Schaltnetzteil der Treiberplatine

Funktion im zweiten Block wie D 101 im ersten Block. Das gleiche gilt auch für die Nummerierung der Steckverbinder.

Die Treiberplatine

Je nach Anzeige sind die Treiberplatten mit zwei oder sechs Mikrocontrollern, den zugehörigen LED-Treibern und einem getakteten Netzteil zur Verringerung der Verlustleistung ausgestattet.

Hierbei beginnen wir nun die Schaltungsbeschreibung mit dem in Abbildung 5 dargestellten Schaltnetzteil, das mit dem bekannten PWM-Schaltregler SG 3524 und den zugehörigen externen Komponenten realisiert wurde. Der interne Aufbau dieses PWM-Regler-ICs ist in Abbildung 6 zu sehen und verdeutlicht die Funktionsweise.

Zunächst stellt der SG 3524 eine intern erzeugte Referenzspannung zur Verfügung, die zur Speisung des mit R 702 und R 703 aufgebauten Spannungsteilers dient. Hiermit wird ein Sollwert von 2,5 V erzeugt und auf den nicht invertierenden Eingang des in IC 700 integrierten Fehlerverstärkers gegeben.

Über den mit R 700, R 701 aufgebauten Spannungsteiler gelangt der Ist-Wert vom Ausgang auf den nicht invertierenden Eingang (Pin 1). Der Regler vergleicht ständig die Eingangsgrößen miteinander und steuert über seinen an Pin 9 mit einer RC-Kombination beschalteten Ausgang den integrierten Komparator und somit das Puls-/Pausenverhältnis des Ausgangssignals.

Durch die externe Beschaltung des Oszillators an Pin 6 mit einem Widerstand (R 704) und an Pin 7 mit einem Kondensator (C 703) werden die Oszillatorfrequenzen des Wandlers bestimmt. Der Darlington-Leistungstransistor T 700 wird über die integrierten

Treibertransistoren an Pin 11 bis Pin 14 gesteuert. Solange der Leistungstransistor (T 700) durchgesteuert ist, fließt der Ausgangsstrom für die Speicherdrossel L 700 zum Puffer-Elko C 705 und somit zum Ausgang.

Aufgrund der in L 700 gespeicherten Energie bleibt der Stromfluss bei gesperrtem Transistor über die schnelle Schottky-Diode D 700 aufrecht erhalten. Die Ausgangsspannung ist nun vom Tastverhältnis des PWM-Signals abhängig, wobei C 705 die Glättung der Ausgangsspannung vornimmt.

Während der Elko C 700 zur einseitigen Pufferung dient, werden hochfre-

quente Störungen mit C 701 und C 706 verhindert.

Der im Minuszweig liegende Shunt-Widerstand R 707 dient zur Ausgangs-Strombegrenzung, wobei eine zum Ausgangsstrom proportionale Spannung auf die chipinterne Strombegrenzungsschaltung (Pin 5) gegeben wird. Sobald die Spannungsdifferenz zwischen Pin 4 (Schaltungsmasse) und Pin 5 (-CL) 200 mV übersteigt, wird der Ausgangsstrom des PWM-Schaltreglers begrenzt.

Im zweiten Teil dieses Artikels setzen wir die Schaltungsbeschreibung mit den Mikrocontrollern der Treiberplatine und dem Steuerprozessor fort, gefolgt vom detaillierten Nachbau und der Inbetriebnahme. **ELV**

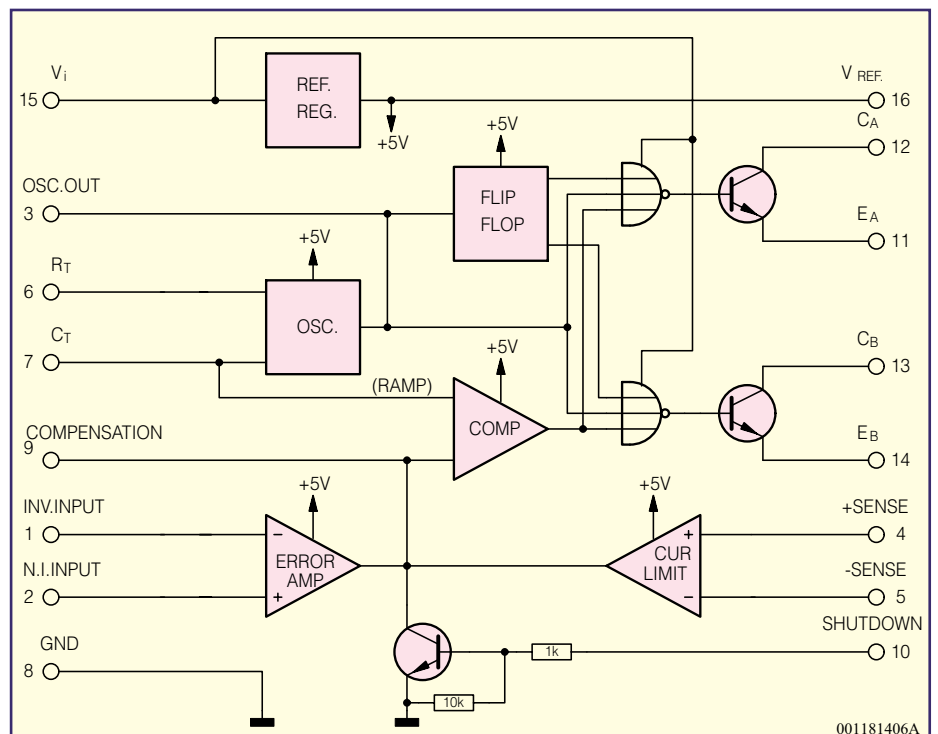


Bild 6: Interner Aufbau des SG 3524